

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



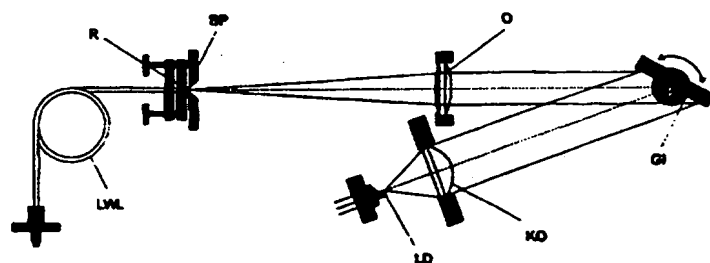
(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">H01S 3/085</div>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/33536 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Oktober 1996 (24.10.96)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/01640</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 19. April 1996 (19.04.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 15 321.9 20. April 1995 (20.04.95) DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: GABBERT, Manfred [DE/DE]; Barnimstrasse 37, D-10249 Berlin (DE).</p> <p>(74) Anwälte: HENGELHAUPT, Jürgen, D. usw.; Gulde, Hengel- haupt, Ziebig, Lützowplatz 11-13, D-10785 Berlin (DE).</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </div> </div>		

(54) Title: TUNEABLE, ADJUSTMENT-STABLE LASER LIGHT SOURCE WITH A SPECTRAL FILTERED OUTPUT

(54) Bezeichnung: DURCHSTIMMBARE, JUSTIERSTABILE LASERLICHTQUELLE MIT SPEKTRAL GEFILTERTEM AUSGANG

(57) Abstract

A laser light source with a broad band amplifying, narrow band tuneable active medium is characterised by a particularly high suppression of amplified spontaneous emission and side modes, by a high optical stability and by a simple design. The laser light source essentially comprises the laser medium itself, a preferably refraction-limited optical system, an angular or linear dispersing element and a reflector. The preferably flat reflector is arranged in such a way that it forms together with the imaging system a retro-reflector that works as a cat's eye reflector. The reflector is in addition partially transparent and a preferably non-reflecting spatial filter or its image is located at least approximately in the plane of the reflector, so that only spectrally filtered emissions may pass through the spatial filter and reach the reflector, where the feedback emissions are separated from the decoupled useful emissions at a single surface. In a special embodiment of the invention, the useful emission is dispersed and filtered twice before leaving the resonator, so that a particularly high suppression of luminescence and side modes is achieved. In another special embodiment of the invention, this principle is used for a multiple laser light source whose individual light sources may be synchronically tuned by means of a single element.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Laserlichtquelle mit einem breitbandig verstärkenden und schmalbandig durchstimmbaren aktiven Medium, die sich durch besondere Unterdrückung der breitbandigen spontanen Strahlung und der Nebenmoden sowie zugleich durch hohe optische Stabilität bei einfachem Aufbau auszeichnet. Sie besteht im wesentlichen aus dem Lasermedium selbst, einem vorzugsweise beugungsbegrenzten optischen System, einem winkel- bzw. lineardispersierenden Element und einem Reflektor, wobei der vorzugsweiseebene Reflektor derart angeordnet ist, daß er zusammen mit dem abbildenden System einen Retroreflektor nach dem Katzenaugen-Prinzip bildet, der Reflektor außerdem teildurchlässig ausgeführt ist und sich zugleich wenigstens näherungsweise in der Ebene des Reflektors auch ein vorzugsweise nicht reflektierendes Raumfilter oder dessen Bild befindet, so daß nur spektral gefilterte Strahlung das Raumfilter passieren kann, dadurch nur diese auf den Reflektor gelangt und hier an einer einzigen Fläche die Trennung von rückgekoppelter und ausgekoppelter, nutzbarer Strahlung erfolgt. Eine spezielle Ausgestaltung der Erfindung hat eine zweimalige Dispersion und Filterung der nutzbaren Strahlung vor dem Verlassen des Resonators zum Inhalt, wodurch eine besonders hohe Unterdrückung von Lumineszenz und Nebenmoden erreicht wird. In einer anderen besonderen Ausgestaltung dieses Prinzips für eine Mehrstrahl-Laserlichtquelle ist eine synchrone Abstimmung der einzelnen Lichtquellen durch ein einziges Element möglich.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LV	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

5

Durchstimbare, justierstabile Laserlichtquelle mit
spektral gefiltertem Ausgang

10

Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft eine durchstimbare Laserlichtquelle, die sich durch hohe optische Stabilität sowie besondere Unterdrückung der
20 breitbandigen spontanen Strahlung (ASE-Amplified Spontaneous Emission) und der Nebenmoden bei einfachem Aufbau auszeichnet. Anwendungsgebiet für eine derartige Lichtquelle ist u. a. die Ramanspektroskopie.

25

Durchstimbare Laserlichtquellen sind in vielen Varianten bekannt. Als Beispiel ist in Fig. 1 eine Halbleiterlaseranordnung gezeigt. Entsprechend
abgewandelt, wird dieser Aufbau auch für Farbstofflaser verwendet. Sie besteht im wesentlichen aus der
30 Laserdiode LD, einem Kollimator KO, einem Beugungsgitter GI zur Dispersion der Laserstrahlung und einem in Dispersionsrichtung des Gitters drehbaren ebenen Spiegel SP. Die nach dem Kollimator KO im wesentlichen ein paralleles Bündel bildende
35 Laserstrahlung wird am Gitter GI gebeugt und gelangt auf den drehbaren Spiegel SP. Nur die

Laserwellenlängen, die derart gebeugt worden sind, daß
 sie den Spiegel SP weitestgehend senkrecht treffen,
 laufen hinreichend genau wieder auf demselben Weg
 zurück und werden auf die aktive Laserfacette
 5 abgebildet, wodurch eine optische Rückkopplung
 entsteht. Damit läßt sich allein durch Drehen des
 Spiegels SP in Dispersionsrichtung des Gitters GI der
 rückgekoppelte Wellenlängenbereich und damit die
 Hauptemissionswellenlänge der Anordnung wählen.

10

Die nutzbare Laserstrahlung wird dagegen über die
 nullte Beugungsordnung des Gitters ausgekoppelt, wozu
 beispielsweise eine Optik O die Strahlung in einen
 Lichtwellenleiter LWL fokussiert. Unabhängig von der
 15 Wellenlängeneinstellung erscheint die nutzbare
 Strahlung immer am selben Ort.

20

25

30

35

Nachteil derartiger Anordnungen, die in dieser oder
 ähnlicher Art weit verbreitet sind, ist zum einen die
 hohe Empfindlichkeit schon gegen geringfügige
 Dejustierungen. Da z.B. die optisch wirksame Facette
 eines Halbleiterlasers sehr klein ist, ist eine
 besondere Stabilität des Aufbaus hinsichtlich
 Verkippungen des Strahlenganges senkrecht zur
 Dispersionsrichtung nötig. Das betrifft die Lagerung
 des drehbaren Spiegels, die Stabilität der
 Gitterhalterung, des Lasers sowie des Kollimators. Bei
 derartigen Aufbauten sind drei Freiheitsgrade zu
 kontrollieren, wovon nur einer zwingend notwendig ist,
 nämlich die Drehung des Spiegels zur
 Wellenlängendurchstimmung. Die Verschiebung des Lasers
 senkrecht zur Dispersionsrichtung des dispergierenden
 Elementes sowie die zur Fokussierung notwendige
 Verschiebung des Laserchips entlang der optischen Achse
 sind in optimaler Stellung zu halten, ohne daß sie die

Verstellung irgendeines Ausgangsparameters gestatten. Erschwerend ist dabei, daß diese beiden unabhängig verstellbaren Koordinaten nicht voneinander getrennt optimierbar sind, sondern es naturgemäß innerhalb dieser zweidimensionalen Justiermöglichkeit nur eine optimale Stellung gibt. Oft wird für diese Aufgabe eine gesonderte Regelung benutzt.

Ein weiterer Nachteil derartiger Anordnungen besteht darin, daß nicht spektral gereinigte Strahlung, sondern ein Anteil des gesamten Strahlungsgemisches, das sich im Resonator befindet, einschließlich der spontanen Emission und mehr oder weniger starker Nebenmoden, als nutzbare Strahlung aus dem Resonator geführt wird. Da die Auskopplung der Strahlung zudem über einen anderen Zweig als die Rückkopplung erfolgt, können ohne zusätzliche Mittel kaum vermeidbare Reflexionen von der externen Anordnung, in der die Laserstrahlung verwendet wird, die Strahlung im Resonator stark beeinflussen, wobei eine solche Rückkopplung üblicherweise nicht wellenlängenselektiv erfolgt. Dies gilt naturgemäß besonders bei Vorhandensein einer optischen Abbildung der Laserfacette auf eine zumindest teilreflektierende, nicht notwendig spiegelnde Fläche (z.B. Lichtwellenleiter, Empfängerflächen), da derartige Aufbauten als Retroreflektor wirken.

Es sind Lösungen bekannt, die entweder die Gewinnung weitgehend spektral reiner Strahlung erlauben, als auch solche, die mit besonderen Maßnahmen die Justiertoleranz eines solchen Laserresonators erhöhen und so den Aufbau eines vergleichsweise robusten Gerätes gestatten. Eine Anordnung, die beide dieser Merkmale vereint, ist jedoch noch nicht bekannt.

Den Stand der Technik zur Gewinnung spektral reiner Strahlung verkörpert in diesem Zusammenhang die DE-AS 29 18 863. Bei dieser Erfindung wird im wesentlichen die Strahlung, die den Resonator schon verlassen hat, in eine Vorrichtung zu ihrer spektralen Reinigung geleitet, wobei insbesondere das zur Wellenlängenselektion des Lasers dienende dispergierende Element von dieser Vorrichtung ebenfalls unter zumindest weitgehend gleichen Bedingungen benutzt wird. Dadurch wird erreicht, daß unabhängig von der Wellenlängeneinstellung des Lasers automatisch die entsprechend gefilterte Strahlung die Anordnung verläßt. Nachteil ist jedoch noch, daß im wesentlichen nur das dispergierende Element doppelt benutzt wird und damit noch immer verschiedene zusätzliche Bauteile zur Umleitung der Strahlung in den Filtermechanismus und für diesen selbst erforderlich sind. In einer Variante ist in der genannten DE-AS 29 18 863 eine Anordnung beschrieben, bei der ein Teil der gefilterten Strahlung im Resonator verbleibt bzw. in diesen zurückgeführt wird. Auch hierbei sind jedoch bis auf das dispergierende Element noch Laser und Filtervorrichtung beide vorhanden. Darüber hinaus verläßt auch ein wesentlicher Anteil nichtgefilterter Strahlung den Resonator über einen notwendigerweise vorhandenen Teilerspiegel, wodurch dieser Anteil verloren geht.

Ebenfalls mit der Gewinnung spektral gereinigter Strahlung befaßt sich die DE-OS 42 16 001 A1. Hierbei laufen Gesamtstrahlung im Resonator und spektral gereinigter Anteil unter verschiedenen Winkeln durch den Resonator, so daß diese getrennt werden können. Hierbei werden jedoch mehrere Bauteile unter streifendem Einfall betrieben, was die Anwendbarkeit dieser Erfindung beeinträchtigt. Außerdem durchläuft

auch die spektral gereinigte Strahlung unmittelbar vor der Auskopplung noch einmal das Lasermedium, wodurch die spektrale Reinheit wieder in Frage gestellt wird.

5 Der Stand der Technik zur Erhöhung der Justiertoleranz bei Lasern mit externen Resonatoren wird im wesentlichen von zwei Lösungen bestimmt:

Die erste Lösung ist in P. Zorabedian and W. R. Trutna, Jr. : Interference-filter-tuned, alignment-stabilized, semiconductor external-cavity laser, OPTICS LETTERS /
10 Vol. 13, No. 10, pp 826...828 beschrieben. Zur justiertoleranten Rückkopplung der Laserstrahlung wird ein Katzenaugen-Retroreflektor (sammelnde Optik mit Spiegel in deren Brennebene) benutzt. Als selektives
15 Element befindet sich im parallelen Strahlengang innerhalb des Resonators ein Interferenzfilter. Zur Durchstimmung der Laserwellenlänge ist dieses Filter drehbar gelagert. Die Auskopplung der nutzbaren
20 Strahlung erfolgt aus der dem externen Resonator abgewandten Facette des Laserchips.

Nachteile dieser Anordnung sind jedoch, daß die breitbandige spontane Emission sowie die Nebenmoden nicht ohne wesentliche weitere Mittel von der
25 nutzbaren Strahlung zu trennen sind sowie die Beschränkung durch die Eigenschaften eines Interferenzfilters.

Eine weitere Möglichkeit zum Aufbau eines
30 justierstabilen Lasers mit externem Resonator beinhaltet die EP 0 525 752 A1. Hierbei wird im Prinzip ebenfalls ein Katzenaugen-Retroreflektor angewandt, seine Wirkung jedoch auf eine Koordinate begrenzt. Durch eine geeignete Kombination aus Prismen und ein
35 Zylinderoptik zur Strahlformung sowie den Einsatz eines

Beugungsgitters als Reflektor ergibt sich, daß eine Abbildung der Laserfacette auf das Gitter nur senkrecht zur Dispersionsrichtung erfolgt. In Dispersionsrichtung ist das das Gitter treffende Strahlbündel jedoch
5 weitestgehend parallel und relativ breit. Auf diese Weise wird erreicht, daß das Gitter ohne Einschränkung zur Durchstimmung der Laserwellenlänge benutzt werden kann, andererseits die Anordnung weitgehend tolerant gegenüber einer Gitterkipfung senkrecht zur
10 Dispersionsrichtung ist. Auch dieser Aufbau gestattet ohne zusätzliche Mittel keine Abtrennung der breitbandigen spontanen Strahlung und der Nebenmoden aus dem nutzbaren Strahlungsanteil.

15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Resonatoranordnung für ein breitbandig verstärkendes, schmalbandig durchstimmbares Lasermedium, insbesondere Halbleiterlaser, zu finden, die sich bei einfachem Aufbau durch hohe Justiertoleranz als auch gleichzeitig
20 durch weitgehende Freiheit von ASE und Nebenmoden auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil der Hauptansprüche in Verbindung
25 mit den Merkmalen im jeweiligen Oberbegriff gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

30 Dabei ist von besonderem Vorteil, daß die kollimierte Laserstrahlung ein winkel- bzw. lineardispersierendes Element durchläuft und danach in einen besonderen Katzenaugen-Retroreflektor gelangt, der am Ort seines Reflektors ein Raumfilter enthält, derart, daß im Zusammenhang mit der Dispersion des dispersierenden
35 Elementes nur spektral gefilterte Strahlung das

Raumfilter passiert und außerdem der genannte Reflektor teildurchlässig ausgeführt ist, so daß dieselbe, selektierte Strahlung sowohl zur justierstabilen Rückkopplung dient sowie als nutzbarer Anteil aus dem Resonator geführt wird. Da der von der Auskoppelfläche in den Resonator reflektierte Strahlungsanteil zugleich für die Rückkopplung vorgesehen ist, entfällt das Problem unerwünschter Reflexionen an der Auskoppelfläche. Eventuelle Reflexionen aus der die nutzbare Strahlung verarbeitenden Anordnung wirken sich auch ohne weitere Mittel ebenfalls nur wenig störend aus, da diese eventuelle Stör-Rückkopplung ausschließlich die selektierte Wellenlänge enthält.

Die Erfindung soll im folgenden an mehreren Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine durchstimbare Laserlichtquelle gemäß dem bekannten Stand der Technik

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Grundvariante der Erfindung

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsvariante

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer zweiten speziellen Ausführungsvariante

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer dritten speziellen Ausführungsvariante

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer vierten speziellen Ausführungsvariante

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer speziellen Anordnung des Lasermediums

5 Fig. 8 eine schematische Darstellung einer weiteren speziellen Anordnung des Lasermediums.

Die Grundvariante der Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt. Die Strahlung der aus dem Lasermedium LD, im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Laserdiode, wird durch den Kollimator KO, der eine beugungsbegrenzte Abbildung erlaubt und zweckmäßig aus einer Asphäre besteht, zunächst in ein im wesentlichen paralleles Bündel überführt. Dieses Bündel gelangt auf das in Dispersionsrichtung drehbar angeordnete dispergierende Element GI, hier ein Beugungsgitter, welches wiederum zweckmäßig für eine sehr hohe Effektivität für den vorgesehenen Wellenlängenbereich bei der vorhandenen Polarisationsrichtung ausgelegt ist. Des geringen Streulichtanteils wegen ist hierfür ein holographisch hergestelltes Gitter besonders geeignet. Die gebeugte Strahlung der jeweils selektierten Wellenlänge gelangt in einen Teil O des abbildenden Systems, im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine ebenfalls beugungsbegrenzte Optik, die ein Bild der optisch wirksamen Laserfacette in der Ebene des als Spalt ausgebildeten Raumfilters SP entwirft. Der Spalt SP läßt nur Strahlung eines eng begrenzten Wellenlängenintervalls um die selektierte Wellenlänge passieren. Zweckmäßig wird ein solcher Spalt SP gewählt, der den Strahlungsanteil, den er nicht hindurchläßt, auch nicht reflektiert. Dies läßt sich durch Schwärzung des Spaltes SP und / oder eine

geeignete Geometrie der Spaltbacken erreichen. Im wesentlichen in derselben Ebene wie der Spalt SP befindet sich die eben polierte, teilverspiegelte Stirnfläche eines Lichtwellenleiters LWL. Der Anteil von reflektierter zu durchgelassener Strahlung läßt sich für den Gesamtresonator durch Herstellung der entsprechenden Teilverspiegelung optimieren. Die Fläche des Reflektors R sorgt nun zusammen mit dem Spalt SP für die selektive Rückkopplung. Zugleich wird die derart gefilterte Strahlung als nutzbare Strahlung in den Lichtwellenleiter LWL eingespeist. Justierabweichungen, die in einer Kippung des Gitters GI senkrecht zur Dispersionsrichtung oder gleichwirkenden Fehlern oder in einer Kippung der Lichtwellenleiterfacette bestehen, wirken sich wegen des Katzenaugen-Retroreflektors nur vergleichsweise sehr wenig aus, wodurch die hohe Justierstabilität erreicht wird.

Für viele Einsatzfälle, insbesondere auch für die Ramanspektroskopie, wird spektral reine Strahlung bei robustem Aufbau und zugleich hoher verfügbarer Strahlungsleistung benötigt. Hierfür ist ein weiteres Ausführungsbeispiel (Fig. 3) vorgesehen. Als Lasermedium dient hierbei eine einseitig weitgehend entspiegelte Breitstreifen-Laserdiode. Da die optisch wirksame Facette einer derartigen Diode vielfach breiter als bei Kleinleistungs-Laserdioden ist (typ. z.B. 0,2 mm...0,5 mm gegenüber wenigen μm bei Laserdioden kleiner Leistung), ist eine Abwandlung der Resonatoranordnung erforderlich. Um im Zusammenhang mit der breiten Facette die angestrebte spektrale Schmalbandigkeit zu erreichen, kommt nur eine Anordnung der Facette parallel zum Spalt SP und parallel zu den Gitterfurchen in Frage. Nun strahlen aber

Halbleiterlaser üblicherweise mit dem E-Vektor parallel polarisiert zum pn-Übergang (die optisch wirksame Facette liegt ebenfalls in der Ebene des pn-Übergangs). Die höchste Beugungseffektivität des Gitters GI läßt sich aber im wesentlichen nur für den E-Vektor senkrecht zu den Gitterfurchen erreichen. Zur Lösung dieses Problems wird im parallelen Strahlengang zwischen Kollimator KO und Gitter GI ein geeigneter 90°-Polarisationsdreher PD, z.B. eine $\lambda / 2$ -Platte eingefügt. Wird nun der Aufbau so ausgelegt, daß er, wie oben beschrieben, spektrale Schmalbandigkeit der Selektion ermöglicht, wird die Polarisationssebene der Strahlung vor dem Erreichen des Gitters GI in die für hohe Beugungseffektivität notwendige Richtung gedreht. Nachdem das Gitter GI in Hin- wie Rückrichtung durchlaufen worden ist, wirkt der Polarisationsdreher PD abermals, so daß die rückgekoppelte Strahlung den Laser wieder mit der ursprünglichen Polarisationsrichtung trifft.

Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit der Benutzung von Breitstreifenlasern besteht darin, daß in der Regel das Bild der Laserfacette so groß wird, daß eine Einkopplung in einen hinreichend dünnen Lichtwellenleiter LWL nicht mehr möglich ist. Nun ist durch die gegebenen Verhältnisse dieses Bild gegenüber der Originalfacette üblicherweise mehrfach vergrößert.

Das genannte Problem läßt sich daher dadurch beheben, daß die Laserfacette nicht auf ein Lichtwellenleiterende, sondern auf die ebene, teilverspiegelte Fläche einer als Plankonvexlinse ausgebildeten Auskoppeloptik L abgebildet wird. In der Brennebene dieser Linse L spielt es keine Rolle mehr, wie groß das Bild der Laserfacette auf der Linse L ist.

Die Größe des Brennflecks in der Brennebene der Linse L hängt hier nur von ihrer Brennweite und der Apertur der Strahlung ab, mit der das Bild der Laserfacette auf der Linse L erzeugt wurde. Im Zusammenhang mit der oben
5 erwähnten vergrößerten Abbildung der Laserfacette bedeutet dies aber, daß diese Apertur vergleichsweise klein ist, so daß nach diesem Prinzip eine Einkopplung in einen hinreichend dünnen Lichtwellenleiter LWL erfolgen kann.

10

An Stelle eines Breitstreifenlasers kann ebenso eine Laserdiodenzeile benutzt werden. Dabei hat die erfindungsgemäße Anordnung den Vorteil, daß weitgehend jede Einzeldiode exakt mit sich selbst rückgekoppelt
15 wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß im wesentlichen eine Anordnung wie in Fig. 3 mit einer Laserdiodenzeile verwendet wird, jedoch mit dem
20 Unterschied, daß als Rück- und Auskoppелеlemente ähnlich wie in Fig. 2 die eben polierten, teilverspiegelten Enden von Lichtwellenleitern LWL benutzt werden, und zwar derart, daß dem Bild jeder Einzeldiode ein eigener Lichtwellenleiter LWL
25 zugeordnet ist. Auf diese Weise ergibt sich eine Vielfach- Laserlichtquelle, die mit nur einem Element zugleich alle Teillichtquellen synchron durchzustimmen gestattet. Wegen der Einkopplung in Lichtwellenleiter LWL kann die Laserstrahlung zugleich an relativ weit
30 voneinander entfernte Orte geleitet werden. Diese Eigenschaft kann besonders für die Raman-Spektroskopie von Vorteil sein, zumal bereits Raman-Spektrometer verfügbar sind, die mehrere Spektren zugleich aufnehmen können, wobei die Ramanstrahlung in der Regel über
35 Lichtwellenleiter LWL zum Spektrometer geführt wird.

Unter Umständen kann es vorteilhaft sein, das Raumfilter SP räumlich getrennt vom Reflektor R anzuordnen. In diesem Fall kann in Strahlrichtung gesehen hinter dem Raumfilter SP eine Abbildung des Raumfilters SP erfolgen, wobei der Reflektor R am Ort der Abbildung des Raumfilters SP angeordnet wird. Ein Beispiel für dieses Prinzip ist in Fig. 4 dargestellt.

Eine weitere Variante der Erfindung (Fig. 5) hat eine nochmalige Reduzierung der ausgekoppelten Lumineszenz und Nebenmoden zum Inhalt.

Die im vorliegenden Fall von der einseitig entspiegelten Laserdiode LD ausgehende, vom Kollimator KO weitgehend in ein paralleles Bündel überführte Strahlung wird ein erstes Mal vom Gitter GI gebeugt und gelangt in die Optik O, und zwar parallel versetzt zu deren optischer Achse. Die Optik O entwirft ein vorzugsweise beugungsbegrenztes Bild um deren Brennpunkt herum. An diesem Ort ist eine in Dispersionsrichtung schmale, hochreflektierende, ebene Facette angeordnet, die zugleich als ein erstes Raumfilter und als ein erster Reflektor wirkt. Die von dieser Facette reflektierte Strahlung eines schmalen Wellenlängenbereiches gelangt nochmals in die Optik O, und zwar im Vergleich zum hinlaufenden Strahlenbündel entsprechend entgegengesetzt verschoben zu deren optischer Achse. Die Strahlung wird daraufhin ein zweites Mal am Gitter GI gebeugt und gelangt in eine Abbildungsoptik A, die ihrerseits ein beugungsbegrenztes Bild der Laserfacette LD auf dem teildurchlässigen Reflektor R entwirft. Das im wesentlichen in derselben Ebene wie der Reflektor R angeordnete, als Spalt ausgeführte Raumfilter SP sperrt nochmals Strahlung außerhalb des gewählten Wellenlängenintervalls. Da der Reflektor

teildurchlässig ausgeführt ist, durchläuft ein Teil der selektierten Strahlung den bisherigen Strahlengang noch einmal in entgegengesetzter Richtung und wird mit hoher Stabilität in die Laserdiode LD rückgekoppelt.

5 Der Vorteil dieser Ausführungsform gegenüber der Grundvariante besteht vor allem darin, daß die Strahlung vor der Auskopplung das Gitter zweimal an verschiedenen Stellen durchläuft und damit der ausgekoppelte Anteil des zwar sehr geringen, aber nicht
10 vermeidbaren Streulichtes vom Gitter drastisch reduziert wird. Die Facette F wirkt zudem für den zweiten Durchlauf als definierter Eintrittsspalt. Zweckmäßig wird diese als stabiles Profil (z.B: H-Form) in einem Hohlraum, dessen Wände weitestgehend schwarz
15 sind und keinen Ramaneffekt zeigen, angeordnet. Es ist sinnvoll, den Strahlengang von der Laserdiode LD und den Strahlengang zum Reflektor R durch eine Blendenanordnung gegeneinander abzuschirmen, damit möglichst wenig Streulicht, u.a. vom Gitter, in den
20 Spalt SP gelangt.

Da die wieder in die Laserdiode LD rückgekoppelte Strahlung das Gitter insgesamt viermal durchläuft, ist die verfügbare Strahlungsleistung etwas geringer als bei der Grundvariante. Weil aber Gitter mit sehr hoher
25 Beugungseffektivität zur Verfügung stehen, ist dieser Verlust an Leistung nicht wesentlich.

Eine Abwandlung dieser Variante zeigt Fig. 6. Im Unterschied zu dieser trifft das Strahlenbündel mit seiner Mittelachse nach erstmaliger Beugung am Gitter
30 GI die Optik O nur wenig außerhalb der optischen Achse, so daß sich dieses Bündel mit dem von der Facette F reflektierten überlappt. Das vom Gitter GI abermals gebeugte Strahlenbündel überlappt sich wiederum mit dem von der Laserdiode LD ausgehenden. Auf diese Weise
35 kann der vom Gitter zum zweiten Mal gebeugte, sich mit

5

10

15
20
25

30

35

sammelnde Optik L 2 bildet den parallelen Strahlengang in ein Raumfilter ab. Zwischen den beiden sammelnden Optiken L 1, L 2 befindet sich das Lasermedium LM. Eine derartige Anordnung kann an Stelle einer Laserdiode in der erfindungsgemäßen Laserlichtquelle verwendet werden, wobei das Raumfilter RF die Rolle der Austrittsfacette der einseitig entspiegelten Laserdiode spielt.

Ein weiteres Beispiel zeigt Fig. 8. Hierbei spielt die sammelnde Optik L 3 die Rolle des Kollimators KO aus Fig. 2 bis 6. Ein vorzugsweise ebener Spiegel, der in Dispersionsrichtung des dispergierenden Elementes GI (Fig. 2 bis 6) vorzugsweise nur eine geringe Ausdehnung hat und in der Brennebene der sammelnden Optik L 3 steht, bildet mit dieser zusammen einen Retroreflektor. Durch Anordnung des Lasermediums LM im Strahlengang und Anordnung eines geeigneten Pumpmechanismus wird die Laserlichtquelle vervollständigt. Da hierbei die definierte Austrittsfacette in Form eines Raumfilters RF oder zumindest der optisch wirksamen Austrittsfacette einer Laserdiode fehlt, ist hierfür besonders ein Aufbau nach Fig. 5 oder nach Fig. 6 geeignet.

Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist es möglich, durch Kombination der Merkmale weitere Ausführungsvarianten zu realisieren, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Durchstimbare Laserlichtquelle, im wesentlichen bestehend aus dem Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel, einem abbildenden System, einem winkel- bzw. lineardispersierenden Element und einem Reflektor,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Reflektor (R) derart angeordnet ist, daß er zusammen mit zumindest einem Teil (O) des abbildenden Systems einen weitgehend richtungsunabhängigen Retroreflektor nach dem Katzenaugen-Prinzip bildet bzw. sich der Reflektor (R) am Ort des Bildes der Austrittsfläche des Lasermediums befindet, der Reflektor (R) außerdem teildurchlässig ausgeführt ist und sich zugleich wenigstens näherungsweise in der Ebene des Reflektors (R) auch ein Raumfilter (SP) oder dessen Bild befindet, so daß nur spektral gefilterte Strahlung das Raumfilter (SP) passieren kann, dadurch nur diese auf den Reflektor (R) gelangt und hier die Trennung von rückgekoppelter und ausgekoppelter, nutzbarer Strahlung erfolgt.

2. Durchstimbare Laserlichtquelle, im wesentlichen bestehend aus dem Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel, einem winkel- bzw. lineardispersierenden Element, einem abbildenden System und zwei Reflektoren,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der Laserlichtquelle zwei Retroreflektoren (O, F; A, R) nach dem Katzenaugen-Prinzip, jeweils gebildet aus einer sammelnden Optik (O, A) und

einem der Reflektoren (F, R) in deren Brennebene, angeordnet sind, weiterhin optische Mittel angeordnet sind, die die vom Lasermedium ausgehende Strahlung als paralleles Bündel auf das dispergierende Element (GI) leiten, die optische Achse dieser Mittel parallel zur optischen Achse des zweiten Retroreflektors (A, R) angeordnet ist, diese beiden optischen Achsen nach dem Durchlaufen des dispergierenden Elementes (GI) den ersten Retroreflektor (O, F) symmetrisch und parallel zu dessen optischer Achse treffen, zugleich der zum ersten Retroreflektor (O, F) gehörende Reflektor (F) in Dispersionsrichtung des dispergierenden Elementes (GI) nur eine geringe Ausdehnung besitzt, dadurch von diesem nur ein schmaler Wellenlängenbereich der vom dispergierenden Element (GI) dispergierten Strahlung reflektiert wird und zugleich unmittelbar vor dem Reflektor (R) des zweiten Retroreflektors (A, R) ein Raumfilter (SP) angeordnet ist, das in Dispersionsrichtung des dispergierenden Elementes (GI) ebenfalls nur in geringer geometrischer Ausdehnung durchlässig ist, so daß abermals nur ein schmaler Wellenlängenbereich der bis dahin gelangten Strahlung das Raumfilter (SP) passieren kann und schließlich der zugehörige Reflektor (R) teildurchlässig ausgebildet ist, so daß an dieser Stelle zum einen die durch zweimalige Dispersion gefilterte Strahlung aus dem Resonator geführt wird und zum anderen der reflektierte Anteil der gefilterten Strahlung auf dem umgekehrten Wege wieder in das Lasermedium (LD) rückgekoppelt wird.

3. Durchstimbare Laserlichtquelle, im wesentlichen bestehend aus dem Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel, einem winkel- bzw. lineardispersierenden Element, einem abbildenden System und zwei Reflektoren,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der Laserlichtquelle ein Retroreflektor (O, F) nach dem Katzenaugen-Prinzip, gebildet aus einer sammelnden Optik (O) und einem Reflektor (F) in deren Brennebene, angeordnet ist, weiterhin optische Mittel angeordnet sind, die die vom Lasermedium ausgehende Strahlung als paralleles Bündel auf das dispersierende Element (GI) leiten, die optische Achse dieser Mittel nach dem Durchlaufen des dispersierenden Elementes (GI) den Retroreflektor (O, F) parallel versetzt zu dessen optischer Achse trifft, wobei der zum Retroreflektor (O, F) gehörende Reflektor (F) in Dispersionsrichtung des dispersierenden Elementes (GI) nur eine geringe Ausdehnung besitzt, dadurch von diesem nur ein schmaler Wellenlängenbereich der vom dispersierenden Element (GI) dispersierten Strahlung reflektiert wird, wobei sich die durch die sammelnde Optik (O) hin- und rücklaufenden Bündel teilweise überlappen, dadurch auch innerhalb des vom Lasermedium ausgehenden Bündelquerschnitts ein Teil des vom dispersierenden Element (GI) zum zweiten Mal dispersierten Strahlungsbündels in das Lasermedium zurücktrifft und zugleich im wesentlichen der nichtüberlappende Teil des vom dispersierenden Element zum zweiten Mal dispersierten Strahlungsbündels über einen Spiegel (T) in eine sammelnde Optik (A) mit einem in ihrer Brennebene angeordneten Raumfilter (S), das in Dispersionsrichtung des dispersierenden Elementes

nur in einer geometrisch geringen Ausdehnung durchlässig ist, geleitet wird, so daß an dieser Stelle nochmals nur ein schmaler Wellenlängenbereich der bis dahin gelangten Strahlung als nutzbare Strahlung aus dem Resonator geführt wird.

4. Durchstimbare Laserlichtquelle nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die wirksame Fläche des Reflektors (R) eben ist.

5. Durchstimbare Laserlichtquelle nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das dispergierende Element (GI) ganz oder teilweise auch die Funktion des abbildenden Systems übernimmt.

6. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Reflektor (R) die teilreflektierende Stirnfläche eines Lichtwellenleiters (LWL) dient und damit die nutzbare, spektral gefilterte Laserleistung an dessen Ausgang zur Verfügung steht.

7. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Reflektor (R) die teilreflektierende, nicht
5 notwendig erste Fläche einer Auskoppeloptik (L) dient.

8. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das dispergierende Element (GI) ein
10 Beugungsgitter ist.

9. Durchstimbare Laserlichtquelle nach Anspruch mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß in Strahlrichtung gesehen vor dem
15 Beugungsgitter (GI) ein 90-Grad Polarisationsdreher (PD) angeordnet ist, um abhängig von der Polarisationsrichtung der Laserstrahlung das Beugungsgitter (GI) bei höchster
20 Beugungseffektivität zu benutzen, wobei die in das Lasermedium (LD) rückgekoppelte Strahlung dieses
25 wieder in der ursprünglichen Polarisationsrichtung trifft.

10. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Lasermedium (LD) ein Halbleiterlaser dient.
30

11. Durchstimbare Laserlichtquelle nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Austrittsfacette des Halbleiterlasers
weitgehend entspiegelt ist.

5

12. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens
einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Lasermedium (LD) eine Zeile von
Halbleiterlasern dient.

10

13. Durchstimbare Laserlichtquelle nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

15

daß sich am Ort jedes Einzellaserbildes die
teilreflektierende Eintrittsfacette je eines
Lichtwellenleiters befindet, derart, daß damit
mehrere, synchron durchstimbare Laserlichtquellen
zur Verfügung stehen und daß damit die Strahlung
der Einzellaserlichtquellen zugleich an relativ
weit voneinander entfernte Orte geleitet werden
kann.

20

14. Durchstimbare Laserlichtquelle nach mindestens
einem der voranstehenden Ansprüche,

25

dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen dem Lasermedium (LD) und dem
dispergierenden Element (GI) ein Kollimator (KO)
angeordnet ist.

30

15. Laserlichtquelle nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Lasermedium einschließlich einem
5 Resonatorendspiegel ein Aufbau, bestehend aus einem Resonatorendspiegel bzw. einem Retroreflektor (L 1, M1), dem Lasermedium (LM) sowie einer Optik (L 2) und einem Raumfilter in deren Brennebene vorhanden ist, und dieser Aufbau mit seinem Raumfilter wie
10 die Austrittsfacette einer Laserdiode angeordnet ist

16. Laserlichtquelle nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der rückwärtigen Brennebene der Optik KO an Stelle der Austrittsfacette einer Laserdiode ein Resonatorendspiegel angeordnet ist und sich das
20 Lasermedium an einer beliebigen Stelle zwischen diesem Resonatorendspiegel (M 2) und dem dispergierenden Element (GI) befindet.

25 17. Laserlichtquelle nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Resonatorendspiegel (M 2) in Dispersionsrichtung des dispergierenden Elementes (GI) nur eine geometrisch geringe Ausdehnung
30 besitzt.

18. Verfahren zur Gewinnung spektral gefilterter Laserstrahlung zur Auskopplung aus und zugleich Rückkopplung in einen Laserresonator,

dadurch gekennzeichnet,

5 daß das vom Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel ausgehende Strahlenbündel quer zu seiner Ausbreitungsrichtung dispergiert sowie fokussiert wird, im Fokus oder dessen Nähe derart gefiltert wird, daß nur ein schmaler
10 Wellenlängenbereich der Strahlung weitergelangt und schließlich nach der Filterung ebenfalls im Fokus oder einer Abbildung dieses Fokus ein Teil der Strahlung in den Laserresonator reflektiert, ein anderer Teil zur Nutzung der Laserstrahlung
15 hindurchgelassen wird.

19. Verfahren zur Gewinnung spektral gefilterter Laserstrahlung zur Auskopplung aus und zugleich
20 Rückkopplung in einen Laserresonator,

dadurch gekennzeichnet,

25 daß das vom Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel ausgehende Strahlenbündel quer zu seiner Ausbreitungsrichtung dispergiert sowie fokussiert wird, im Fokus oder dessen Nähe derart gefiltert und zugleich reflektiert wird, daß nur ein schmaler Wellenlängenbereich der Strahlung zurückläuft, wobei hin- und rücklaufendes
30 Strahlenbündel gegeneinander parallel versetzt sind, dabei aber durch dasselbe Bauteil laufen, ein zweites Mal an demselben Bauteil wie das erste Mal dispergiert wird, wieder fokussiert wird, im Fokus oder dessen Nähe derart räumlich gefiltert wird, daß nur ein schmaler Wellenlängenbereich der

Strahlung weitergelangt, und schließlich nach der Filterung ebenfalls im Fokus oder einer Abbildung dieses Fokus eine Teilreflexion erfolgt, so daß ein Teil der Strahlung über denselben Weg zum Lasermedium zurückläuft und ein anderer Teil zur Nutzung der Laserstrahlung hindurchgelassen wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Trennung von rückgekoppelter und ausgekoppelter Strahlung an einer einzigen Fläche erfolgt.

21. Verfahren zur Gewinnung spektral gefilterter Laserstrahlung zur Auskopplung aus und zugleich Rückkopplung in einen Laserresonator,

dadurch gekennzeichnet,

daß das vom Lasermedium einschließlich einem Resonatorendspiegel ausgehende Strahlenbündel quer zu seiner Ausbreitungsrichtung dispergiert sowie fokussiert wird, im Fokus oder dessen Nähe derart gefiltert und zugleich reflektiert wird, daß nur ein schmaler Wellenlängenbereich der Strahlung zurückläuft, wobei hin- und rücklaufendes Strahlenbündel gegeneinander derart parallel versetzt sind, daß sie sich teilweise überlappen, ein zweites Mal an demselben Bauteil wie das erste Mal dispergiert wird, der nicht überlappende Strahlenbündelanteil abgetrennt und wieder fokussiert wird, im Fokus oder dessen Nähe räumlich derart g filtert wird, daß nur ein schmaler Wellenlängenbereich der Strahlung den

Laserresonator zur Nutzung der Laserstrahlung verläßt, dagegen der überlappende Strahlenbündelanteil wieder in das Lasermedium gelangt.

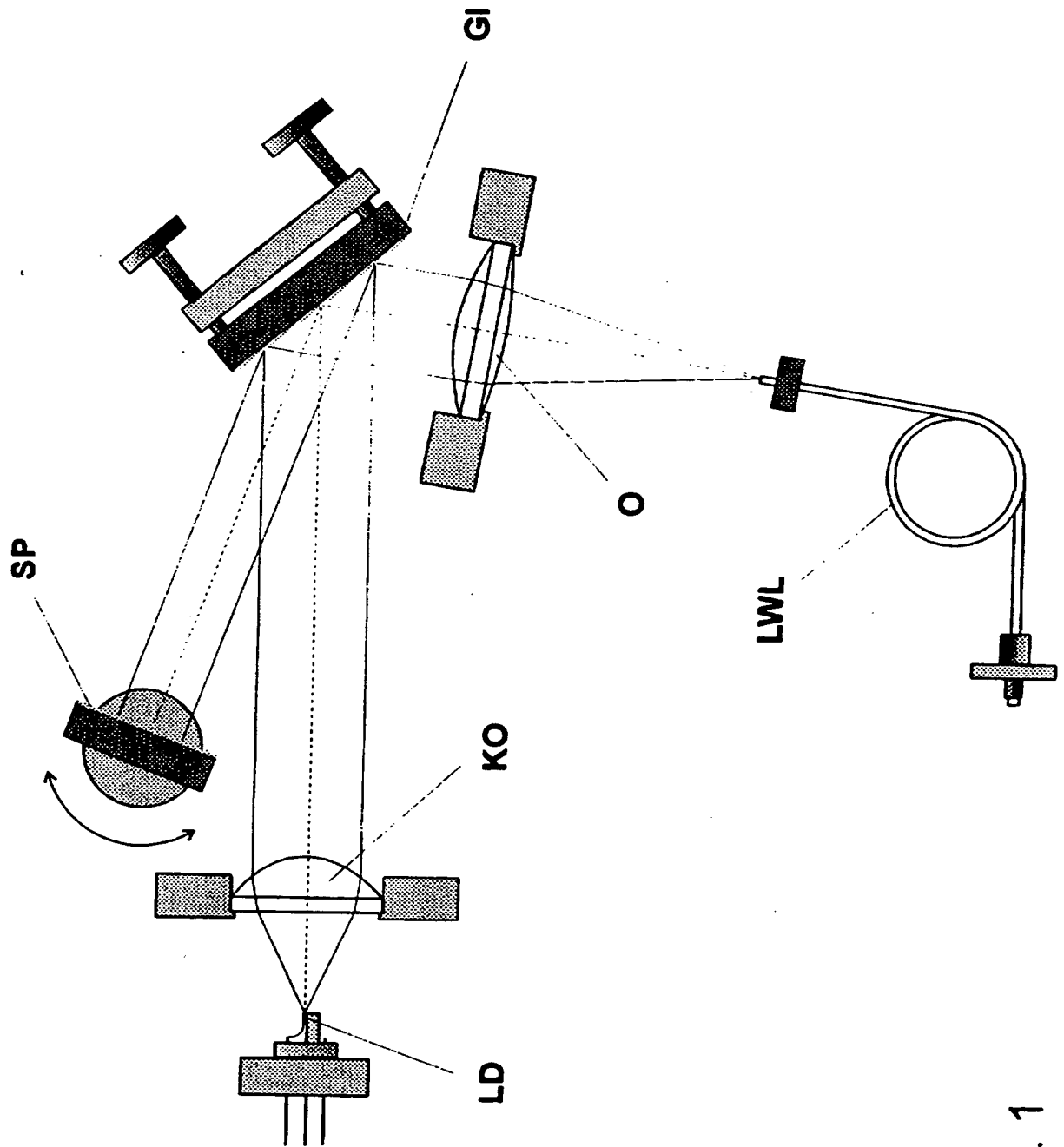


Fig. 1

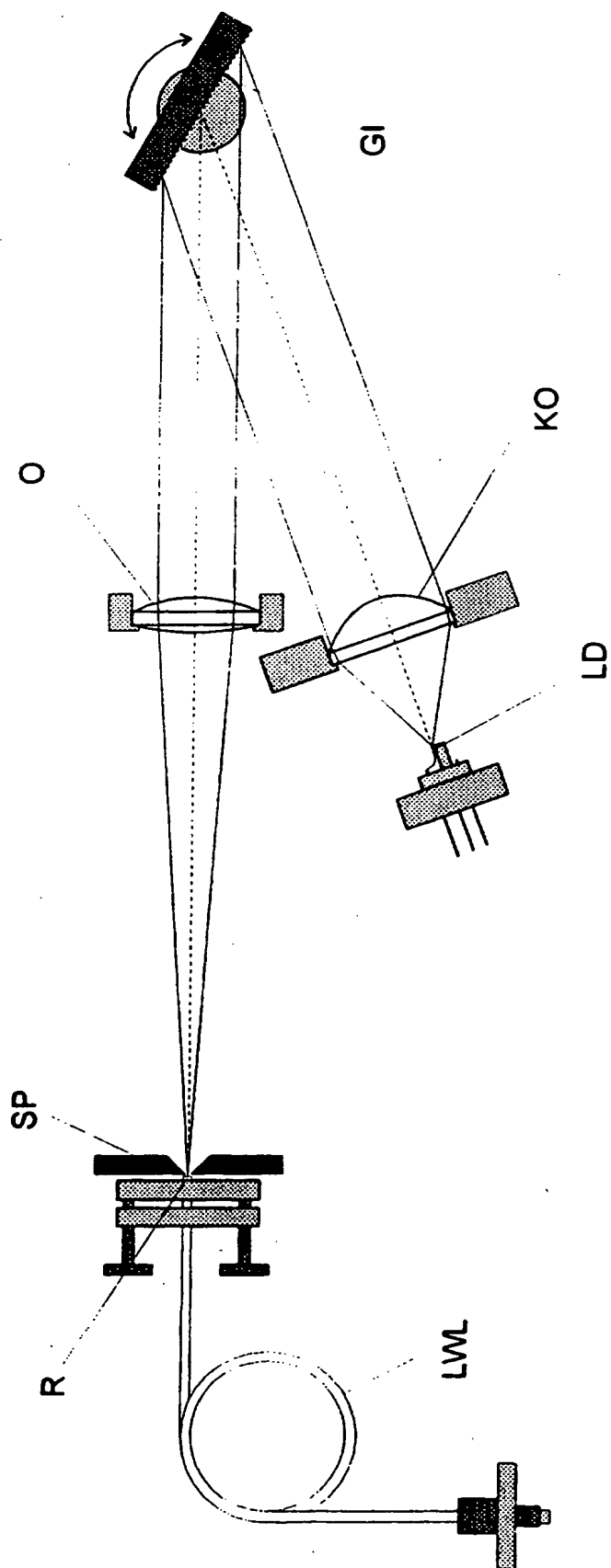


Fig. 2

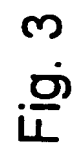


Fig. 3

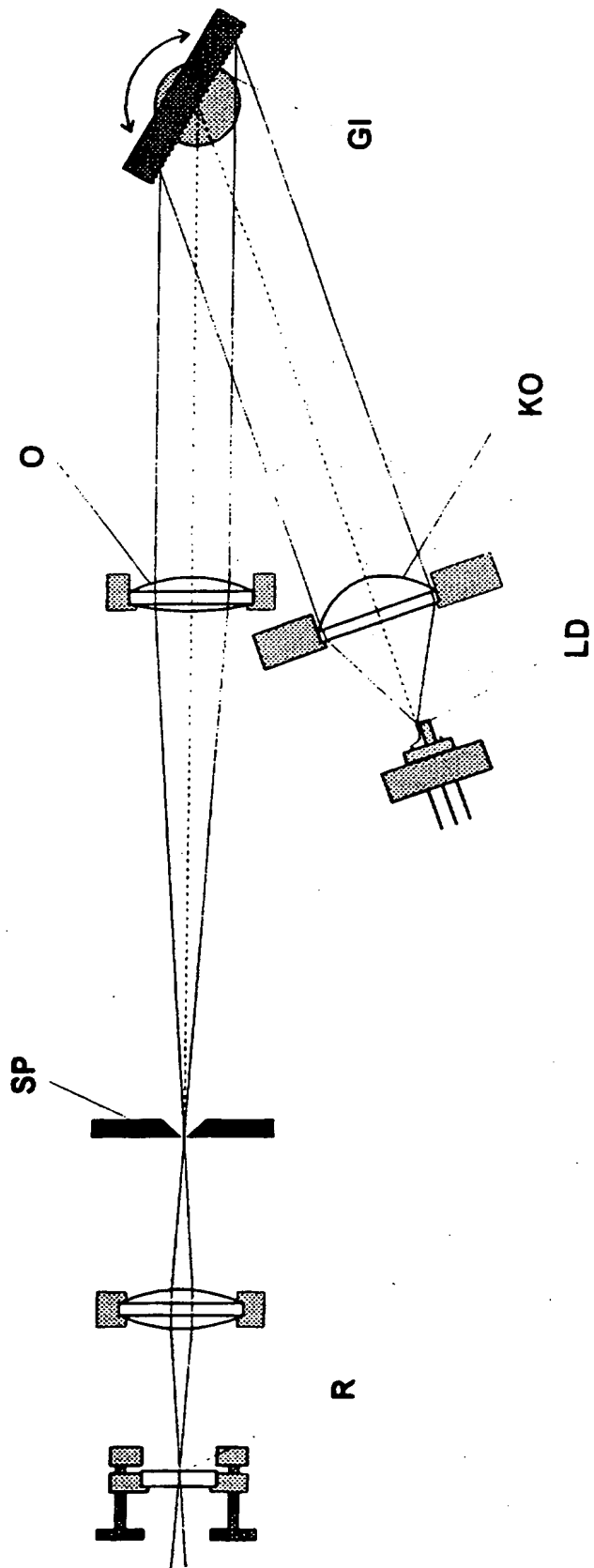


Fig. 4

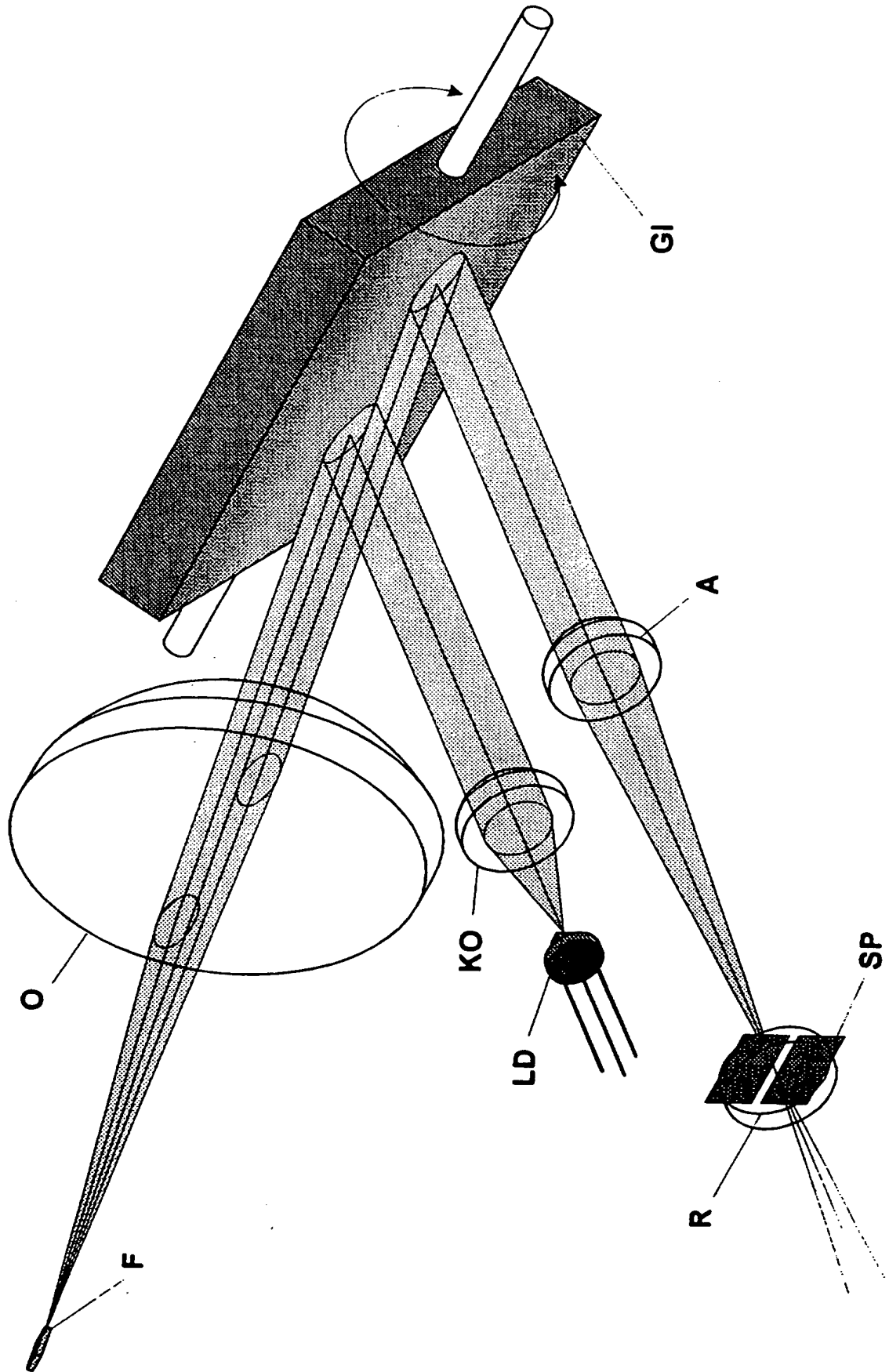


Fig. 5

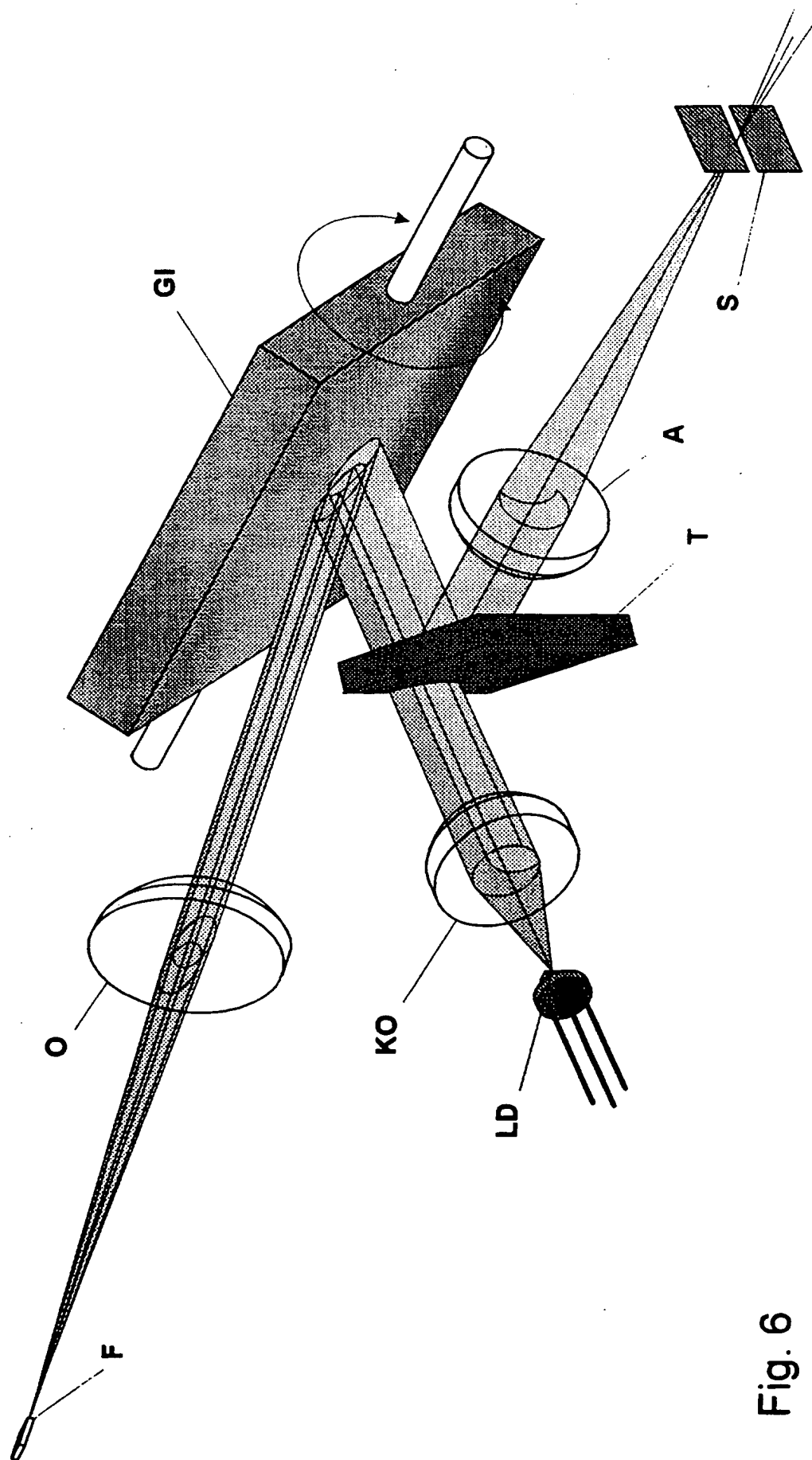


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 96/01640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01S3/085

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, FEB. 1982, USA, vol. QE-18, no. 2, ISSN 0018-9197, pages 155-157, XP002012780 SATO H ET AL: "Design of nondispersion optical feedback system using diffraction grating for semiconductor laser multiple longitudinal modes control" see the whole document ---	1-3,18, 19,21
A	EP,A,0 347 213 (HEWLETT PACKARD CO) 20 December 1989 see abstract see column 7, line 20 - line 48 ---	1-3,18, 19,21
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "E" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- * "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- * "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- * "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 September 1996

Date of mailing of the international search report

18.09.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31) 70 349 2040 Telex 31 651

Authorized officer

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>ELECTRONICS LETTERS, vol. 29, no. 10, 13 May 1993, pages 930-931, XP000367679 "FOUR CHANNEL MULTIWAVELENGTH SOURCE WITH INDIVIDUALLY ADDRESSABLE ELEMENTS" see page 931, left-hand column, line 9 - line 19; figure 1</p> <p>---</p>	1-3, 18, 19, 21
A	<p>ELECTRONICS LETTERS, vol. 27, no. 16, 1 August 1991, pages 1461-1462, XP000259874 YEATMAN E M ET AL: "OPTIMAL TRANSVERSE MODE CONTROL OF WAVEGUIDE ARRAY LASERS BY DISCRETE TRANSFORM TECHNIQUES" see abstract; figure 1</p> <p>---</p>	1
A	<p>US,A,4 246 548 (RUTZ ELISABETH M) 20 January 1981 see abstract; figure 1A</p> <p>---</p>	1
A	<p>OPTICS LETTERS, vol. 16, no. 12, 15 June 1991, pages 910-912, XP000216266 HARVEY K C ET AL: "EXTERNAL-CAVITY DIODE LASER USING A GRAZING-INCIDENCE DIFFRACTION GRATING" see figure 1</p> <p>---</p>	1
A	<p>OPTICS LETTERS, OCT. 1988, USA, vol. 13, no. 10, ISSN 0146-9592, pages 826-828, XP002012781 ZORABEDIAN P ET AL: "Interference-filter-tuned, alignment-stabilized, semiconductor external-cavity laser" cited in the application see figures 1,2</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/01640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0347213	20-12-89	US-A- 4942583	17-07-90
		DE-D- 68912656	10-03-94
		DE-T- 68912656	18-08-94
		JP-A- 2037794	07-02-90

US-A-4246548	20-01-81	DE-A- 2534828	04-03-76
		FR-A- 2282176	12-03-76
		GB-A- 1483023	17-08-77
		JP-C- 1185514	20-01-84
		JP-A- 51042492	10-04-76
		JP-B- 58016350	30-03-83

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01S3/085

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations symbole)
IPK 6 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, FEB. 1982, USA, Bd. QE-18, Nr. 2, ISSN 0018-9197, Seiten 155-157, XP002012780 SATO H ET AL: "Design of nondispersion optical feedback system using diffraction grating for semiconductor laser multiple longitudinal modes control" siehe das ganze Dokument ---	1-3,18, 19,21
A	EP,A,0 347 213 (HEWLETT PACKARD CO) 20.Dezember 1989 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 7, Zeile 20 - Zeile 48 --- -/--	1-3,18, 19,21

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. September 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18.09.96

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Galanti, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/01640

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ELECTRONICS LETTERS, Bd. 29, Nr. 10, 13.Mai 1993, Seiten 930-931, XP000367679 "FOUR CHANNEL MULTIWAVELENGTH SOURCE WITH INDIVIDUALLY ADDRESSABLE ELEMENTS" siehe Seite 931, linke Spalte, Zeile 9 - Zeile 19; Abbildung 1 ---	1-3,18, 19,21
A	ELECTRONICS LETTERS, Bd. 27, Nr. 16, 1.August 1991, Seiten 1461-1462, XP000259874 YEATMAN E M ET AL: "OPTIMAL TRANSVERSE MODE CONTROL OF WAVEGUIDE ARRAY LASERS BY DISCRETE TRANSFORM TECHNIQUES" siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1
A	US,A,4 246 548 (RUTZ ELISABETH M) 20.Januar 1981 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1A ---	1
A	OPTICS LETTERS, Bd. 16, Nr. 12, 15.Juni 1991, Seiten 910-912, XP000216266 HARVEY K C ET AL: "EXTERNAL-CAVITY DIODE LASER USING A GRAZING-INCIDENCE DIFFRACTION GRATING" siehe Abbildung 1 ---	1
A	OPTICS LETTERS, OCT. 1988, USA, Bd. 13, Nr. 10, ISSN 0146-9592, Seiten 826-828, XP002012781 ZORABEDIAN P ET AL: "Interference-filter-tuned, alignment-stabilized, semiconductor external-cavity laser" in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildungen 1,2 -----	1

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0347213	20-12-89	US-A- 4942583	17-07-90
		DE-D- 68912656	10-03-94
		DE-T- 68912656	18-08-94
		JP-A- 2037794	07-02-90

US-A-4246548	20-01-81	DE-A- 2534828	04-03-76
		FR-A- 2282176	12-03-76
		GB-A- 1483023	17-08-77
		JP-C- 1185514	20-01-84
		JP-A- 51042492	10-04-76
		JP-B- 58016350	30-03-83

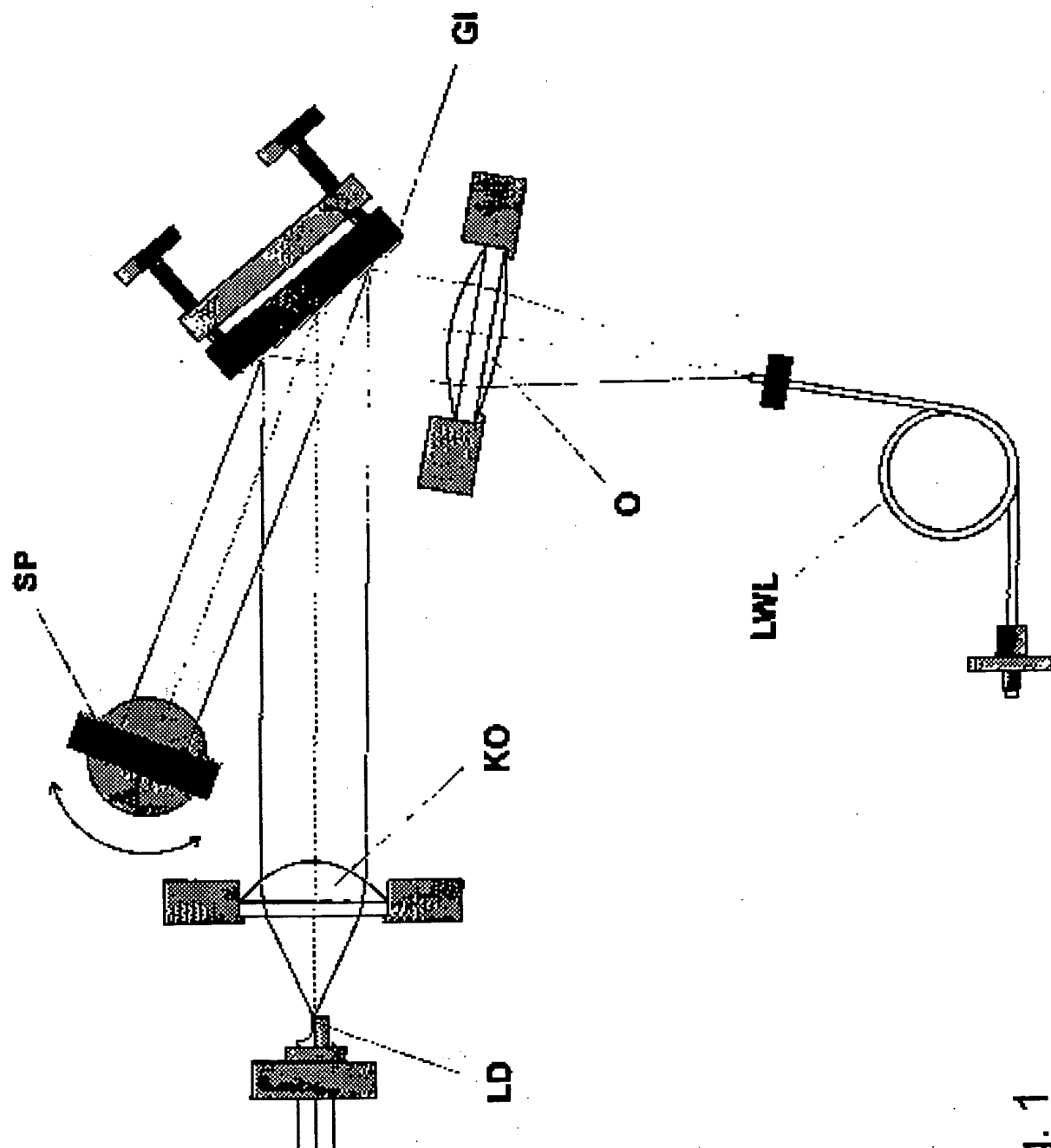


Fig. 1

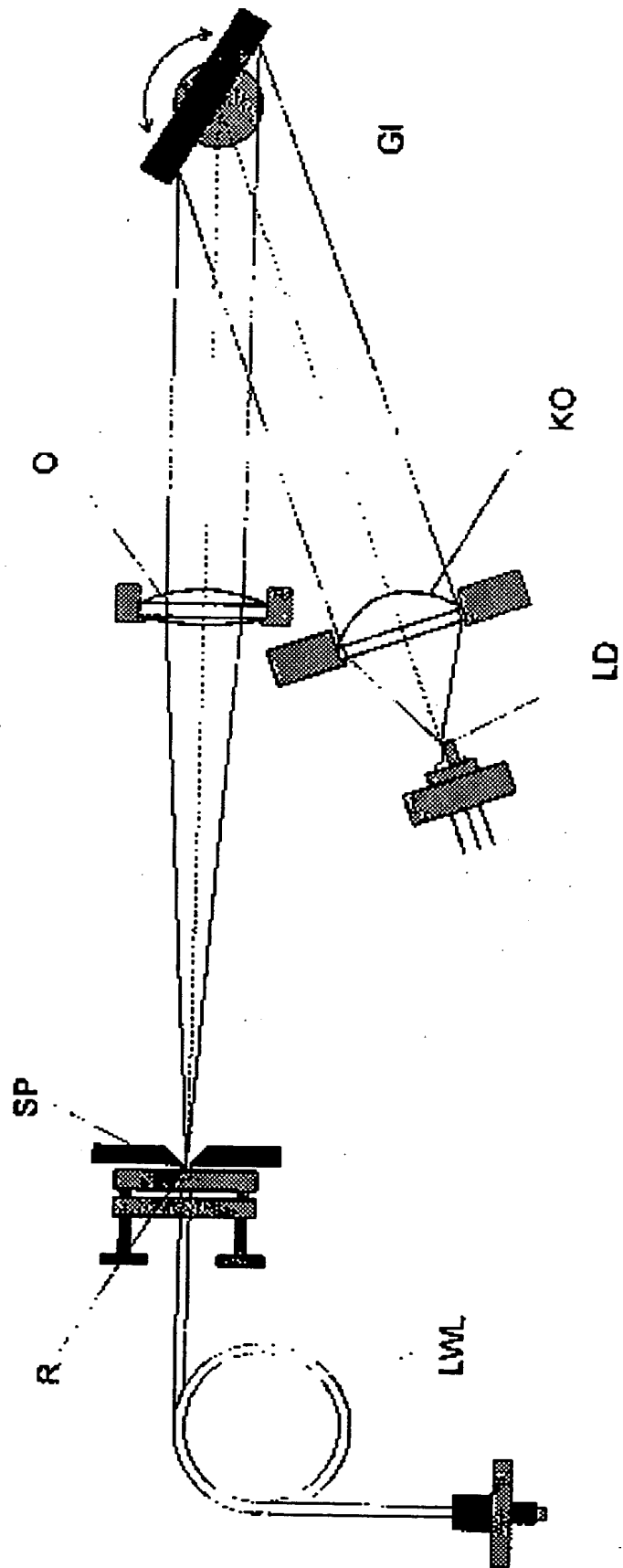


Fig. 2

3/7

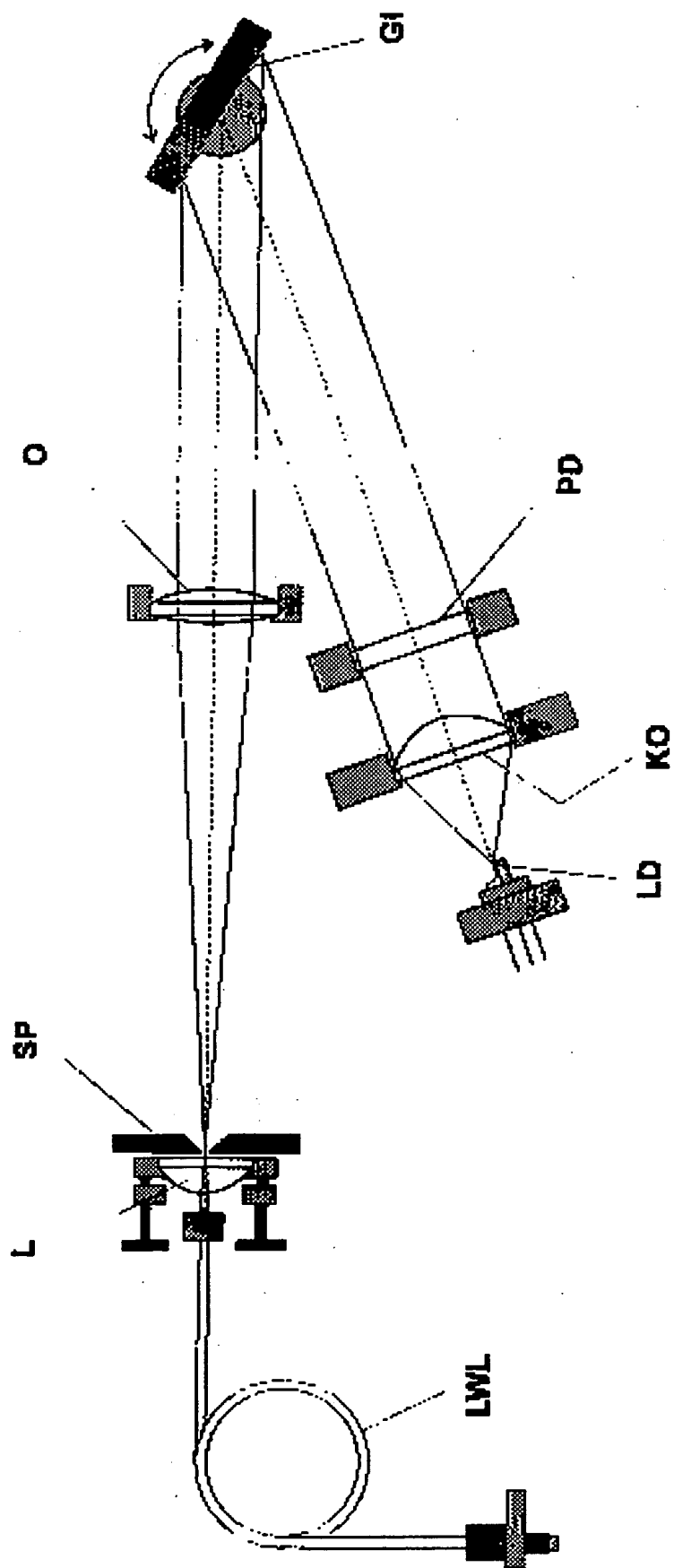


Fig. 3

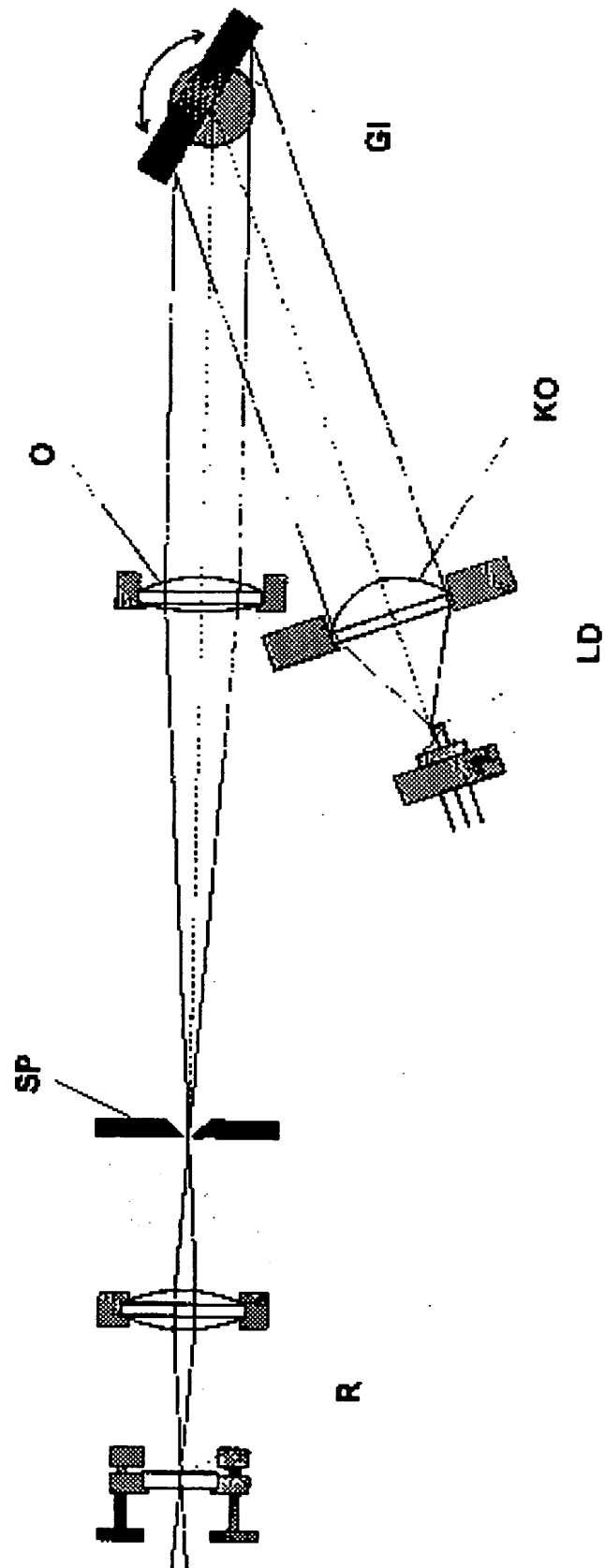


Fig. 4

5/7

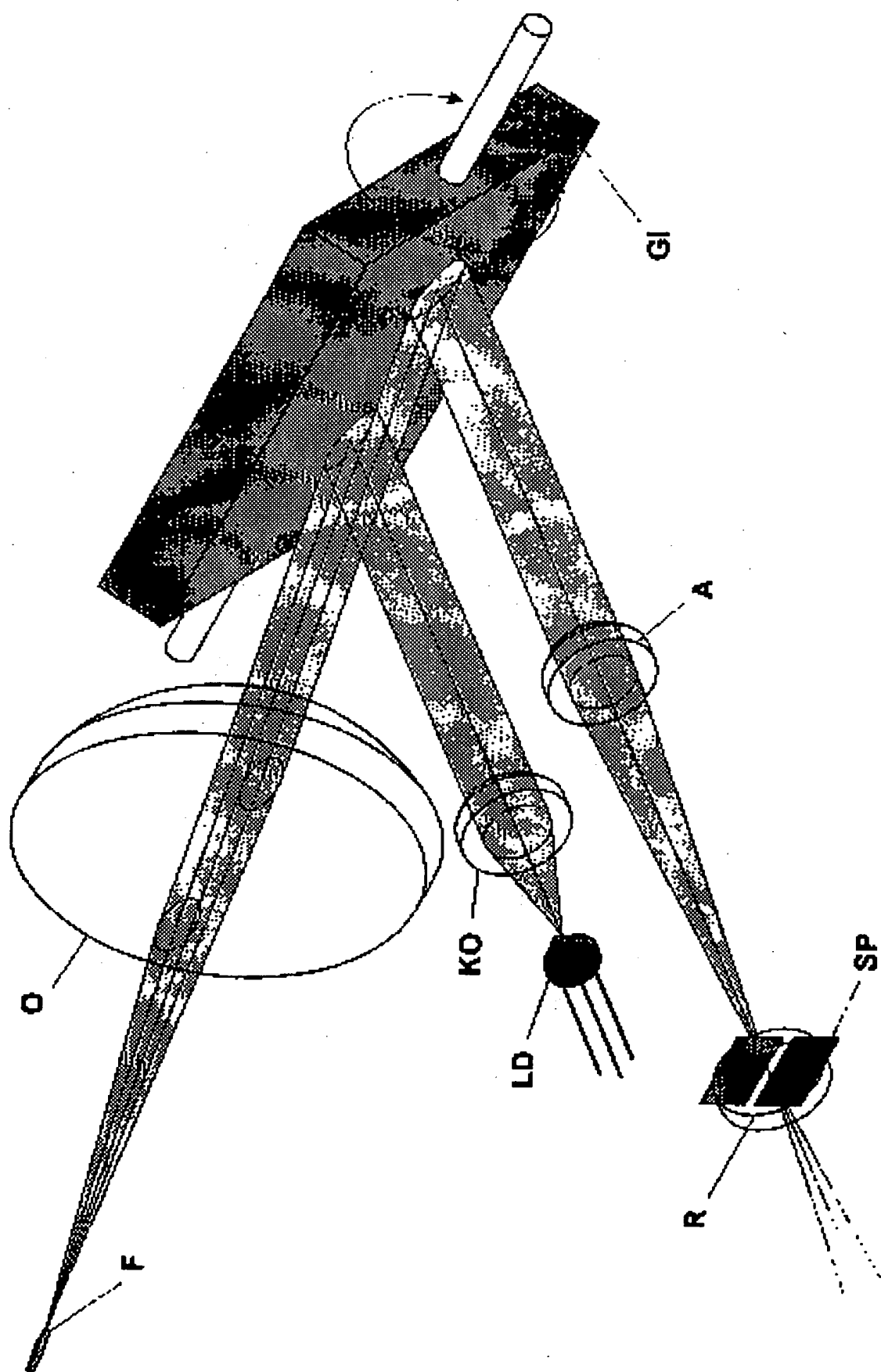


Fig. 5

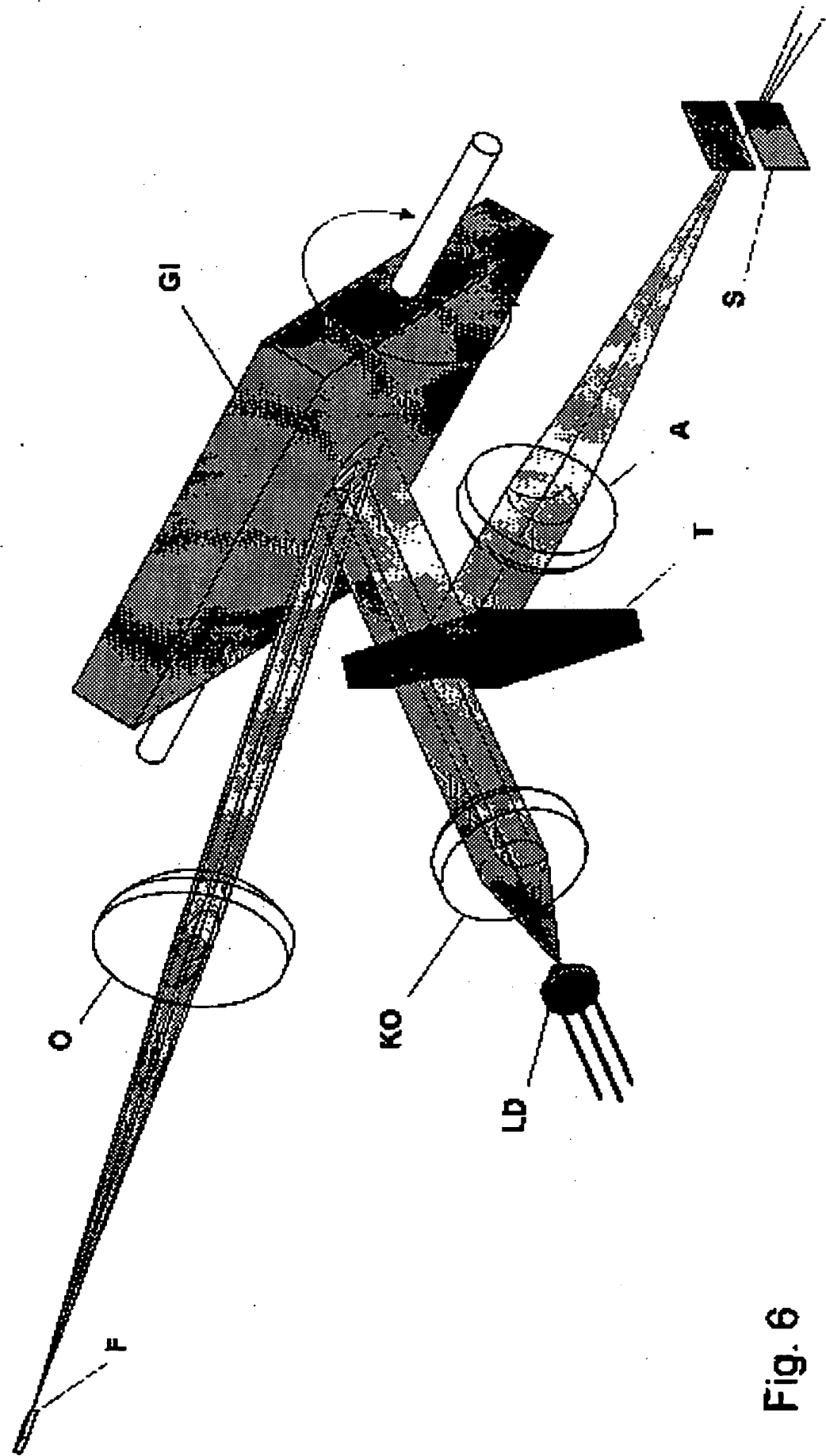


Fig. 6

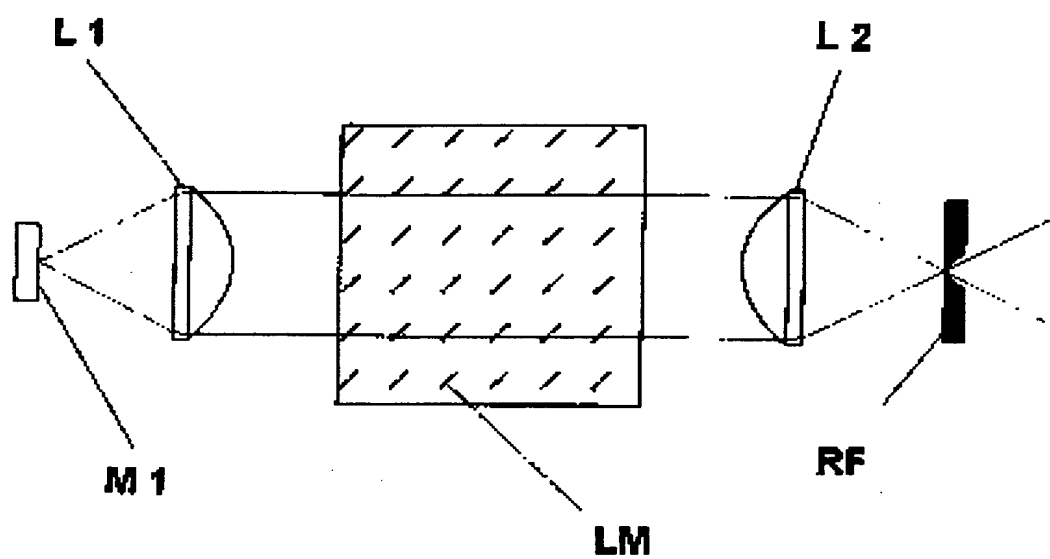


Fig 7

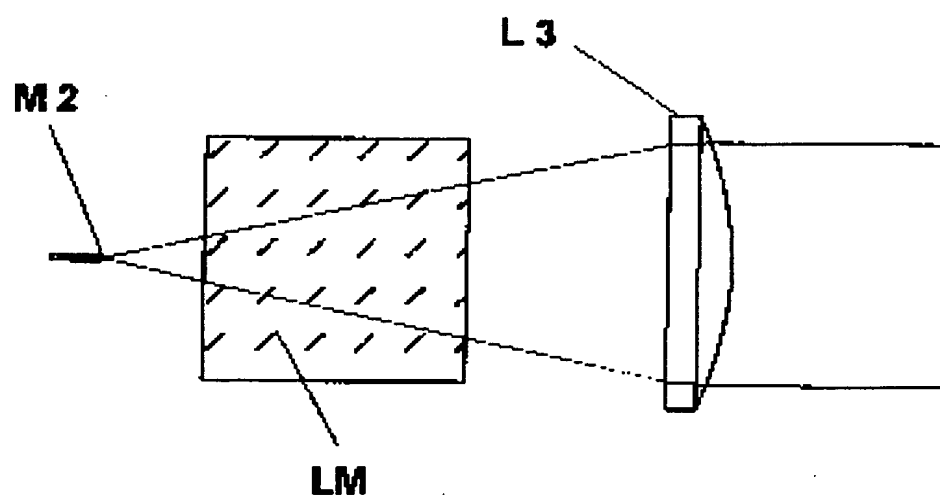


Fig 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)